

5887

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    8 月    7 日  
Date of Application:

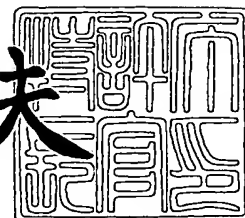
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 2 8 9 0 0 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 2 8 9 0 0 8 ]

出      願      人                      株 式 会 社 東 芝  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月    2 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号    出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 7 1 5 9 8

【書類名】 特許願  
【整理番号】 APB033132  
【提出日】 平成15年 8月 7日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/00  
G03F 7/24  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝 横浜事業  
    所内  
    【氏名】 伊藤 仁  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003078  
    【氏名又は名称】 株式会社 東芝  
【代理人】  
    【識別番号】 100083806  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 三好 秀和  
    【電話番号】 03-3504-3075  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100068342  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 三好 保男  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100100712  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100100929  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 川又 澄雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100108707  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 中村 友之  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100095500  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 伊藤 正和  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100101247  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高橋 俊一  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100098327  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高松 俊雄  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 001982  
    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	特許請求の範囲	1
【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

透明基板と、

前記透明基板上の一部の領域に配置された第 1 のマスクパターンと、

前記透明基板上の、前記一部の領域と異なる領域に配置された第 2 のマスクパターンと

、  
前記第 1 のマスクパターン上に設けられ、前記第 2 のマスクパターンより前記第 1 のマスクパターンの焦点位置を深くする光学的膜厚を有する透光性膜

とを備えることを特徴とするフォトマスク。

**【請求項 2】**

前記透光性膜の膜厚と屈折率の積で決まる光学的膜厚が、前記第 1 及び第 2 のマスクパターンが転写される領域の被加工膜の下層に配置されたパターン密度差に起因して前記被加工膜表面に発生する系統的段差に対応することを特徴とする請求項 1 に記載のフォトマスク。

**【請求項 3】**

前記光学的膜厚と前記系統的段差との差の絶対値が、投影光学系の実効焦点深度以下であることを特徴とする請求項 2 に記載のフォトマスク。

**【請求項 4】**

前記透光性膜が、多層膜であることを特徴とする請求項 2 に記載のフォトマスク。

**【請求項 5】**

前記多層膜を構成する各々の透光性膜の前記光学的膜厚の和と前記系統的段差との差の絶対値が、投影光学系の実効焦点深度以下であることを特徴とする請求項 4 に記載のフォトマスク。

**【請求項 6】**

前記透光性膜が、レジスト膜を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のフォトマスク。

**【請求項 7】**

前記透明基板上の更に他の領域に、更に第 3 のマスクパターンが配置され、前記第 3 のマスクパターンが転写される領域の前記被加工膜の下層に配置されたパターン密度に起因して前記被加工膜表面に更に発生する前記系統的段差に対応する前記光学的膜厚の他の透光性膜を更に有することを特徴とする請求項 2 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のフォトマスク。

**【請求項 8】**

基板上に設けられた孤立パターン及び密集パターンを覆う被加工膜上にフォトレジスト膜を塗布する工程と、

第 1 及び第 2 のマスクパターンを有し、前記第 1 のマスクパターン上に焦点位置を深くする光学的膜厚を有する透光性膜が形成されたフォトマスクを用いて前記フォトレジスト膜を露光し、前記第 1 及び第 2 のマスクパターンを前記孤立パターン及び前記密集パターンの位置に対応する領域の前記フォトレジスト膜にそれぞれ転写する工程

とを含むことを特徴とするパターン形成方法。

**【請求項 9】**

前記フォトレジスト膜を塗付する前に前記被加工膜を平坦化することを特徴とする請求項 8 に記載のパターン形成方法。

**【請求項 10】**

前記透光性膜の膜厚と屈折率の積で決まる光学的膜厚が、前記孤立パターン及び前記密集パターンのパターン密度差に起因して前記被加工膜表面に発生する系統的段差に対応することを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載のパターン形成方法。

**【請求項 11】**

前記光学的膜厚と前記系統的段差との差の絶対値が、投影光学系の実効焦点深度以下であることを特徴とする請求項 10 に記載のパターン形成方法。

**【請求項 12】**

前記密集パターンは、異なるパターン密度を有する第1及び第2の密集パターンを含み、異なる前記パターン密度に対応して更に発生する他の前記系統的段差に対応する前記光学膜厚の他の透光性膜が前記第1及び第2の密集パターンのいずれかに対応する前記第2のマスクパターンの領域上に設けられることを特徴とする請求項10又は11に記載のパターン形成方法。

**【請求項 13】**

孤立パターン及び密集パターンを有する半導体基板上に、前記孤立パターン及び前記密集パターンのパターン密度差に起因した系統的段差を表面に有する被加工膜を形成する工程と、

前記被加工膜上にフォトリソ膜を塗布する工程と、

第1及び第2のマスクパターンを有し、前記第1のマスクパターン上に焦点位置を深くする光学膜厚を有する透光性膜が形成されたフォトマスクを用いて前記フォトリソ膜を露光し、前記第1及び第2のマスクパターンを前記孤立パターン及び前記密集パターンの位置に対応する領域の前記フォトリソ膜にそれぞれ転写して第1及び第2のフォトリソパターンを形成する工程と、

前記第1及び第2のフォトリソパターンをマスクとして、前記被加工膜を加工する工程

とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

**【請求項 14】**

前記フォトリソ膜を塗付する前に前記被加工膜を平坦化する工程を更に含むことを特徴とする請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 15】**

前記透光性膜の膜厚と屈折率の積で決まる光学膜厚が、前記被加工膜表面の系統的段差に対応することを特徴とする請求項13又は14に記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 16】**

前記光学膜厚と前記系統的段差との差の絶対値が、投影光学系の実効焦点深度以下であることを特徴とする請求項15に記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 17】**

前記密集パターンは、異なるパターン密度を有する第1及び第2の密集パターンを含み、異なる前記パターン密度に対応して更に発生する他の前記系統的段差に対応する前記光学膜厚の他の透光性膜が前記第1及び第2の密集パターンのいずれかに対応する前記第2のマスクパターンの領域上に設けられることを特徴とする請求項15又は16に記載の半導体装置の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】フォトマスク、パターン形成方法及び半導体装置の製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、リソグラフィ技術に関し、特にフォトマスク、及びそのフォトマスクを用いたパターン形成方法、半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の回路パターンを形成する場合、半導体基板上の被加工膜上にフォトレジストなどの感光材料を塗布し、ステッパなどの縮小投影露光装置を用いて露光し、現像を行う。屈折光学系型露光装置を用いる場合、光源から出た光は照明光学系と投影光学系によって、両光学系間に設置されたフォトマスクの回路パターンをフォトレジスト膜に忠実に縮小投影する。現像により回路パターンが転写されたフォトレジストパターンが被加工膜上に形成される。フォトレジストパターンをマスクとして、例えば反応性イオンエッチング(RIE)を用いて被加工膜を加工する。その結果、回路パターンが被加工膜に形成される。

【0003】

一般的に露光装置の光学系の解像度は光源波長に比例するため、半導体装置の回路パターンの微細化に伴い露光装置に使用される光源波長は短波長化している。また、光学系の焦点深度も光源波長に比例しており、短波長化に伴い、焦点深度は浅くなる。実際には、焦点合わせを阻害する種々の要因のため実効的な焦点深度は更に減少する(例えば、非特許文献1参照)。一方、半導体装置が形成される半導体基板上の被加工膜や被加工膜の下層を構成している下地膜等は必要に応じ化学的機械的研磨(CMP)技術等により平坦化が行われ、露光時の焦点位置調整が適切に行われるよう整えられる。しかし、CMP技術では、例えば密配線上の層間絶縁膜と粗配線上の層間絶縁膜間に生じる系統的段差を低減することは一般的に困難である。このような系統的段差が生じた密配線及び粗配線上の層間絶縁膜両方に焦点を合わせることが困難となる。その結果、一方に焦点ぼけが発生し、適切なフォトレジストパターンが形成されない問題がある。このような系統的段差の問題に対して、粗配線パターン領域にダミーパターンを配置する方法が提案されている(例えば、特許文献1及び2参照)。

【特許文献1】特開平10-223634(第3-4頁、第1図)

【特許文献2】特開平7-74175(第4-6頁、第1図)

【非特許文献1】井上、他、電子デバイス国際会議テクニカルダイジェスト(IEDM Technical Digest.)、1999年、p. 809-812

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、粗配線パターン領域にパターンレイアウト上適切なダミーパターンを容易に配置できない場合もあり、焦点合わせに十分な平坦性を確保することは困難である。また、半導体集積回路パターンの微細化の進展による、露光光源の短波長化により、焦点深度はますます浅くなる。したがって、粗配線パターン領域にダミーパターンを配置してCMP技術を適用しても系統的段差の発生は完全には抑制されないため、焦点深度に対して十分な平坦性を確保するのが困難となっている。このように、露光装置の焦点深度が系統的段差に対して不十分になるため、所望の寸法のパターンが転写されなかったり、ショート・オープンといったパターン忠実性の破綻、レジストパターンの倒れや飛散といった欠陥発生等により、パターン形成工程能力や半導体装置の製造歩留まりが著しく低下する。

【0005】

本発明は、このような課題を解決し、系統的段差が形成された被加工膜に対して適切なマスクパターンの転写ができ、パターン形成工程能力の向上や半導体装置の製造歩留まりの向上が可能なフォトマスク、パターン形成方法及び半導体装置の製造方法を提供するこ

とにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本発明の第1の態様は、(イ)透明基板と、(ロ)透明基板上の一部の領域に配置された第1のマスクパターンと、(ハ)透明基板上の、一部の領域と異なる領域に配置された第2のマスクパターンと、(ニ)第1のマスクパターン上に設けられ、第2のマスクパターンより第1のマスクパターンの焦点位置を深くする光学的膜厚を有する透光性膜とを備えるフォトマスクであることを要旨とする。

【0007】

本発明の第2の態様は、(イ)基板上に設けられた孤立パターン及び密集パターンを覆う被加工膜上にフォトレジスト膜を塗布する工程と、(ロ)第1及び第2のマスクパターンを有し、第1のマスクパターン上に焦点位置を深くする光学的膜厚を有する透光性膜が形成されたフォトマスクを用いてフォトレジスト膜を露光し、第1及び第2のマスクパターンを孤立パターン及び密集パターンの位置に対応する領域のフォトレジスト膜にそれぞれ転写する工程とを含むパターン形成方法であることを要旨とする。

【0008】

本発明の第3の態様は、(イ)孤立パターン及び密集パターンを有する半導体基板上に、孤立パターン及び密集パターンのパターン密度差に起因した系統的段差を表面に有する被加工膜を形成する工程と、(ロ)被加工膜上にフォトレジスト膜を塗布する工程と、(ハ)第1及び第2のマスクパターンを有し、第1のマスクパターン上に焦点位置を深くする光学的膜厚を有する透光性膜が形成されたフォトマスクを用いてフォトレジスト膜を露光し、第1及び第2のマスクパターンを孤立パターン及び密集パターンの位置に対応する領域のフォトレジスト膜にそれぞれ転写して第1及び第2のフォトレジストパターンを形成する工程と、(ニ)第1及び第2のフォトレジストパターンをマスクとして、被加工膜を加工する工程とを含む半導体装置の製造方法であることを要旨とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、系統的段差が形成された被加工膜に対して適切なマスクパターンの転写ができ、パターン形成工程能力の向上や半導体装置の製造歩留まりの向上が可能なフォトマスク、パターン形成方法及び半導体装置の製造方法を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下図面を参照して、本発明の形態について説明する。以下の図面の記載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号が付してある。但し、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

【0011】

本発明の実施の形態に係るフォトマスク52は、図1に示すように、透明基板70と、透明基板70上に配置された第1のマスクパターン84及び第2のマスクパターン86と、第1のマスクパターン84が配置されたパターン領域に設けられた膜厚が $t$ の透光性膜88とを備える。第1のマスクパターン84として、第1のマスク部84a、84bが図1に示す断面図に現れ、第2のマスクパターン86として、第2のマスク部86a～86gが図1に示す断面図に現れている。また、図1の紙面左側に示すフォトマスク52の端部では、透明基板70表面に配置されたマスク部材膜72上に遮光膜73が設けられている。透明基板70には、鏡面研磨処理がなされた石英ガラス等が用いられる。第1のマスク部84a、84b、第2のマスク部86a～86g、及びマスク部材膜72には、例えばモリブデンシリサイド(MoS<sub>2</sub>)のハーフトーン位相シフト膜等が用いられる。ハーフトーン位相シフト膜に用いるMoS<sub>2</sub>膜は、例えば露光光に対して6%の透過率を

有し、位相差が180度生じる厚さにしてある。遮光膜73には、クロム(Cr)等の金属膜等が用いられる。また、透光性膜88には、スピノンガラス(SOG)等の酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)を含む膜等が用いられる。

#### 【0012】

本発明の実施の形態に用いる露光装置は、図2に示すように、走査型エキシマレーザ縮小投影露光装置で、縮小率は1/4としている。なお、説明の便宜上、露光装置の縮小率を1/4としているが、任意の縮小率でもよいことは勿論である。また、露光装置として、逐次移動露光装置(ステッパ)等であってもよいことは勿論である。光源30は、波長λ:248nmのクリプトンフッライド(KrF)エキシマレーザである。光源30から照射される露光光は、フライアイレンズ31、開口絞り32、ミラー33、コンデンサレンズ34等を含む照明光学系35を介しフォトマスク52に入射する。投影光学系36は、フォトマスク52上の第1及び第2のマスクパターン84、86を半導体基板50上に投影結像させる。フォトマスク52及び半導体基板50は、それぞれマスクステージ38及び基板ステージ39に設置される。フォトマスク52の第1及び第2のマスクパターン84、86に焦点が合うように、マスクステージ38及び基板ステージ39が光軸方向に沿って位置合わせされる。主制御系40は、予め設定されたデータをもとに、光源30の出射光量を制御し、また、マスクステージ38及び基板ステージ39それぞれを、マスクステージ駆動系41及び基板ステージ駆動系42により駆動し、光軸に直交する面内の位置決めをして露光を行う。

#### 【0013】

露光装置の投影光学系36の焦点深度DOFは、レイリーの式により、

$$DOF = k_2 * \lambda / (NA)^2 \quad \dots (1)$$

と表せる。ここでk<sub>2</sub>はプロセス係数であり、NAは開口数である。式(1)より算出される焦点深度DOFは、約250nmである。例えば、装置要因として、レンズ収差やフォトマスク平坦度に起因する像面湾曲、焦点位置の再現性あるいは焦点制御の安定性等があり、基板要因として、素子パターンによる段差、被露光基板の平坦度等がある。ここで、素子パターンのパターン密度差により発生する段差を、「系統的段差」と定義し、系統的段差に割り当てられる焦点深度を実効焦点深度Dとする。したがって、実効焦点深度Dは、式(1)で算出される焦点深度DOFの10~15%程度と減少する。

#### 【0014】

半導体基板50に、例えばランダムロジック回路等のような孤立パターン領域とダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)回路やスタティックランダムアクセスメモリ(SRAM)回路等のような密集パターン領域が混載された半導体装置では、孤立パターン領域と密集パターン領域上に堆積される絶縁膜等の被加工膜にはパターン密度に応じた系統的段差が発生する。系統的段差が、実効焦点深度Dより大きくなる場合、CMPにより平坦化が行われる。しかし、ランダムロジック回路等のような孤立パターン領域、及びDRAM回路やSRAM回路等のような密集パターン領域のパターン密度差により発生する系統的段差は、CMPで実効焦点深度D以下に平坦化することは困難である。したがって、透光性膜が設けられていない通常のフォトマスクを用いて、例えば第2のマスクパターン86を密集パターン領域の被加工膜表面に焦点合わせすると、第1のマスクパターン84の焦点位置は、孤立パターン領域の被加工膜表面から実効焦点深度以上にはずれるため、適切なマスクパターンの加工が不可能となる。

#### 【0015】

本発明の実施の形態では、孤立パターン領域に転写される第1のマスクパターン84の領域に透光性膜88が設けられている。透光性膜88の屈折率は空気の屈折率(約1)よりも大きく、透光性膜88の光学的膜厚は厚くなる。その結果、透光性膜88を透過する露光光の光路長は、光学的膜厚分だけ長くなる。透光性膜88の光路長を、上記した絶縁膜の系統的段差に相当するようにすれば、第1のマスクパターン84の焦点位置を孤立パターン領域の被加工膜表面に合わせることができる。

#### 【0016】



最適な透光性膜 88 の膜厚  $t$  は、

$$t = S/n \cdots (2)$$

と表わされる。ここで、 $S$  は系統的段差であり、 $n$  は透光性膜 88 の露光光波長における屈折率である。また、透光性膜 88 の光学的膜厚  $T$  は、

$$T = n \cdot t \cdots (3)$$

で表される。

【0017】

したがって、透光性膜 88 の光学的膜厚  $T$  を、系統的段差  $S$  に合わせれば、投影される第 1 及び第 2 のマスクパターン 84、86 の焦点は、それぞれの被加工膜表面に位置する。したがって、最適なマスクパターンの転写が可能となる。また、投影される第 1 のマスクパターン 84 の焦点位置を、系統的段差  $S$  だけ低い被加工膜表面から実効焦点深度  $D$  の範囲内になるような光学的膜厚  $T$  を有する透光性膜 88 を用いても、孤立パターン領域の被加工膜表面への第 1 のマスクパターン 84 の転写が可能となる。即ち、透光性膜 88 の光学的膜厚  $T$  と系統的段差  $S$  との差が、次式で示すように、実効焦点深度  $D$  の範囲

$$|T-S| \leq D \cdots (4)$$

であればよい。実施の形態では、SOG 膜の KrF 光波長：248 nm での屈折率  $n$  は 1.52 である。例えば、実効焦点深度  $D$  が、約 30 nm であり、系統的段差  $S$  として約 70 nm であるとする。この場合、透光性膜 88 の光学的膜厚  $T$  は、約 40 ~ 100 nm となる。したがって、透光性膜 88 は、約 30 ~ 65 nm の膜厚  $t$  で成膜すればよい。

【0018】

本発明の実施の形態では、パターン密度の差により形成された系統的段差  $S$  を有する半導体基板 50 表面の被加工膜に対して、投影されるマスクパターンの焦点を、被加工膜表面の実効焦点深度の範囲内に位置させる透光性膜を有するマスクパターン領域が設けられたフォトマスク 52 を用いて、マスクパターンを転写する。したがって、系統的段差  $S$  が形成された被加工膜に対して適切なマスクパターンの転写ができ、パターン形成工程能力の向上や半導体装置の製造歩留まりの向上が図れる。

【0019】

次に、本発明の実施の形態に係るフォトマスク 52 の作製方法を、図 3 ~ 図 11 を用いて説明する。

【0020】

(イ) 図 3 に示すように、石英ガラス等の透明基板 70 の表面に、例えば、スパッタ法により  $\text{MoSi}_2$  等のマスク部材膜 72 及び Cr 等の遮光膜 73 を、例えばそれぞれ 100 nm の厚さで堆積する。

【0021】

(ロ) まず、遮光膜 73 の表面に電子線 (EB) レジストを塗布し、電子線描画装置を用い、図 4 に示すように、第 1 の EB レジストマスク 74 a、74 b を有する第 1 の EB レジストパターン 74、及び第 2 の EB レジストマスク 76 a ~ 76 g を有する第 2 の EB レジストパターン 76 を形成する。図 4 の紙面左側の透明基板 70 の端部の遮光膜 73 上には、EB レジスト膜 77 を形成する。

【0022】

(ハ) 第 1 及び第 2 のレジストパターン 74、76 及び EB レジスト膜 77 をマスクとして、遮光膜 73 及びマスク部材膜 72 の一部を、例えば、RIE 等のドライエッチング法により選択的に加工した後、第 1 及び第 2 のレジストパターン 74、76 及び EB レジスト膜 77 を除去し、図 5 に示すように、第 1 の遮光部 78 a、78 b と第 1 のマスク部 84 a、84 b との第 1 の積層パターン 79、及び第 2 の遮光部 80 a ~ 80 g と第 2 のマスク部 86 a ~ 86 g との第 2 の積層パターン 81 を形成する。また、透明基板 70 の端部には、遮光膜 73 およびマスク部材膜 72 が残される。

【0023】

(ニ) 次に、第 1 及び第 2 の積層パターン 79、81 が形成された透明基板 70 の表面に、同様に EB レジストを塗布し、電子線描画装置を用い、図 6 に示すように、第 1 及び

第2の遮光部78a、78b、80a～80gが露出したEBレジスト膜82を形成する。透明基板70端部の遮光膜73は、後述するアライメントマーク領域以外はEBレジスト膜82で覆われている。

【0024】

(ホ) EBレジスト膜82をマスクとして、第1及び第2の遮光部78a、78b、80a～80gを、例えば、ドライエッチング法により除去する。この後EBレジスト膜82を除去して、図7に示すように、第1及び第2のマスク部84a、84b、86a～86gが形成された第1及び第2のマスクパターン84、86を形成する。形成された第1及び第2のマスクパターン84、86には、欠陥検査、あるいは欠陥修正後、洗浄等の工程が実施される。なお、透明基板70端部の遮光膜73には、一部にアライメントマークが形成される。

【0025】

(ヘ) 第1及び第2のマスクパターン84、86が形成された透明基板70表面に、図8に示すように、SOG膜等の透光性膜88を塗布する。更に、塗布された透光性膜88の表面にEBレジストを回転塗布し、電子線描画装置を用いて、第2のマスクパターン86及び透明基板70端部の遮光膜73上に開口部を設けたEBレジスト膜90を形成する。

【0026】

(ト) その後、EBレジスト膜90をマスクとして、フッ酸(HF)水溶液を主成分とするウェットエッチング法により、図9に示すように、第2のマスクパターン86及び透明基板70端部の遮光膜73上の透光性膜88を選択的に除去する。この後EBレジスト膜90を除去して、第1のマスクパターン84を含む領域に透光性膜88が形成されたフォトマスク52が作製される。

【0027】

(チ) 透光性膜88が形成されたフォトマスク52は、必要に応じて異物検査等が行われ、図10及び図11に示すように、透明基板70の端部の遮光膜73上に設けられたベリクルフレーム96に露光光に対して透明なベリクル94が、第1及び第2のマスクパターン84、86を含むマスクパターン領域91を覆うように設置される。また、透明基板70の端部の遮光膜73には複数のアライメントマーク92が形成されている。

【0028】

このように、実施の形態によれば、系統的段差が形成された被加工膜に対して適切なマスクパターンの転写ができ、パターン形成工程能力の向上や半導体装置の製造歩留まりの向上が可能なフォトマスクの作製が可能となる。

【0029】

実施の形態においては、マスクパターンの形成に電子線描画装置を使用しているが、紫外光あるいはレーザ光を用いた光描画装置、あるいはX線描画装置等であっても良い。また、透明基板70として石英ガラスを用いて説明したが、サファイア、光学ガラス等の露光光に対して十分な光透過性を有する部材であれば限定されないことは、勿論である。また、マスク部材膜72としてMoSi<sub>2</sub>膜のハーフトーン位相シフト膜を用いているが、露光光に対して遮光性を有する遮光膜であってもよく、例えばCr等の金属、合金、金属酸化物あるいは有機物等であってもよい。また、透光性膜88としては、フォトマスクの露光光に対して透明で、屈折率が空気より大きい材料であればよく、例えば各種の有機シリカ膜、リソグラフィに使用される各種のレジストを含む高分子有機膜、あるいはSiO<sub>2</sub>膜や窒化シリコン(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)等の化学気相成長(CVD)膜等が使用できる。

【0030】

実施の形態に係るフォトマスクの作製方法は、上記した方法に限定されない。例えば、他のフォトマスクの作成方法として、上記した工程(イ)～(ホ)の終了後に、図12に示すように、第1及び第2のマスクパターン84、86が形成される。図8のSOG膜等の透光性膜88に代えて、図13に示すように、EBレジストの透光性膜88aを回転塗布する。その後、電子線描画装置を用い、図14に示すように、第1のマスクパターン8

4を含む領域に透光性膜88aが形成されたフォトマスク52aが作製される。EBレジスト膜は、波長が248nmの露光光に対する屈折率が1.48であり、減衰係数が約0.005と十分小さく透光性膜88aとして用いることができる。

#### 【0031】

例えば、実効焦点深度Dが、約50nmであり、系統的段差Sとして約100nmであるとする。この場合、透光性膜88aの光学的膜厚Tは、約50~150nmとなる。したがって、透光性膜88は、約35~100nmの膜厚tで成膜すればよい。フォトマスク52aの作製方法では、透光性膜88の塗布やリソグラフィによる透光性膜88のエッチング加工が省略され、EBレジスト膜の透光性膜88aの露光及び現像工程だけと簡略化でき、作製コストの低減が可能となる。

#### 【0032】

また、更に他のフォトマスクの作成方法として、上記した工程(イ)~(ホ)の終了後工程(ヘ)と同様に、第1及び第2のマスクパターン84、86が形成された透明基板70の表面に、図15に示すように、SOG膜等の第1の透光性膜88bを塗布する。更に、塗布された第1の透光性膜88bの表面にEBレジストを回転塗布し、電子線描画装置を用いて、第2のマスクパターン86に開口部を設けたEBレジスト膜の第2の透光性膜88cを形成する。その後、第2の透光性膜88cをマスクとして、HF水溶液を主成分とするウェットエッチング法により、図16に示すように、第2のマスクパターン86領域の第1の透光性膜88bを選択的に除去する。このようにして、第1のマスクパターン84を含む領域に第1及び第2の透光性膜88b、88cが形成されたフォトマスク52bが作製される。フォトマスク52bでは、光学的膜厚Tは、第1及び第2の透光性膜88b、88cの和となる。

#### 【0033】

このように、実施の形態に係る他のフォトマスクの作製方法によっても、系統的段差が形成された被加工膜に対して適切なマスクパターンの転写ができ、パターン形成能力の向上や半導体装置の製造歩留まりの向上が可能なフォトマスクの作製が可能となる。

#### 【0034】

本発明の実施の形態に係るパターン形成方法を、図17~図21を用いて説明する。説明では、図1及び図2に示したフォトマスク52及び露光装置を用いている。フォトマスク52の透光性膜88の厚さは約30nmであり、光学的膜厚Tは、約50nmとしてある。

#### 【0035】

(イ)例えば、コバルトシリサイド( $\text{CoSi}_2$ )、ニッケルシリサイド( $\text{NiSi}_2$ )あるいは高融点金属等をスパッタ法等で堆積し、リソグラフィ技術等を用いて、図17に示すように、半導体基板50表面に、第1の配線54a~54cを有する孤立パターン54と、第2の配線56a~56hを有する密集パターン56を形成する。ここで、孤立パターン54は、例えば、ロジック回路のゲートやゲート配線程度の低パターン密度である。一方、密集パターン56は、DRAM回路やSRAM回路の駆動トランジスタ、ワード線あるいはビット線等の高パターン密度である。

#### 【0036】

(ロ)このようにして、半導体基板50上に形成された孤立パターン54及び密集パターン56を覆う被加工膜として、図18に示すように、例えばボロフォスホシリケートガラス(BPSG)等の絶縁膜58をCVD法等により堆積する。絶縁膜58の堆積厚さは、孤立パターン54の領域では、600nmとなる。しかし、密集パターン56の領域では、密集パターン56のパターン密度に応じて絶縁膜58が孤立パターン54の領域より厚く堆積する。その結果、孤立パターン54及び密集パターン56の領域間に、例えば100nm以上の系統的段差Stが生じる。

#### 【0037】

(ハ)密集パターン56領域で高パターン密度により厚く堆積した絶縁膜58を平坦化するため、CMPを用いて絶縁膜58を表面から約200nm研磨する。CMPでは、絶

縁膜 58 が薄い孤立パターン 54 の領域も、密集パターン 56 領域に比べて遅い研磨速度で研磨される。その結果、図 19 に示すように、絶縁膜 58a が平坦化され、孤立パターン 54 及び密集パターン 56 の領域間の系統的段差 S が減少する。平坦化で形成された系統的段差 S は、例えば 50 nm である。

#### 【0038】

(二) 次に、図 20 に示すように、絶縁膜 58a を加工する際のマスクとして用いられるフォトレジスト膜 62 を絶縁膜 58a 上に回転塗布する。

#### 【0039】

(ホ) フォトレジスト膜 62 が塗布された半導体基板 50 及びフォトマスク 52 を露光装置の基板ステージ 39 及びマスクステージ 38 上にそれぞれ設置し、図 10 のフォトマスク 52 のアライメントマーク 92 を用いて、マスクステージ駆動系 41、基板ステージ駆動系 42 により初期位置あわせを実施する。その後、密集パターン 56 の領域のフォトレジスト膜 62 の表面に焦点を合わせて露光し、フォトマスク 52 の第 2 のマスクパターン 86 を投影する。第 1 のマスクパターン 84 は、透光性膜 88 により光学的膜厚 T が約 50 nm としてあるため、孤立パターン 54 領域のフォトレジスト膜 62 の表面に焦点がほぼ合わせられて投影される。露光が終了した後、フォトレジスト膜 62 の現像を行い、図 21 に示すように、絶縁膜 58a 上に第 1 のフォトレジストマスク 64a、64b を含む第 1 のフォトレジストパターン 64、及び第 2 のフォトレジストマスク 66a～66g を含む第 2 のフォトレジストパターン 66 が形成される。

#### 【0040】

その結果、露光後のレジストパターン欠陥密度は、透光性膜 88 なしのフォトマスクを用いた場合、10 個/cm<sup>2</sup> であるのに対し、実施の形態に係るフォトマスク 52 を用いれば欠陥密度はほぼ 0 個/cm<sup>2</sup> と向上する。本発明の実施の形態においては、上述したように、被加工膜として絶縁膜 58a を用いたが、絶縁膜 58a に堆積した Cu あるいは Al 等の配線金属、あるいはポリシリコン等の導電膜や、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等の絶縁膜も加工の対象としてよいことは勿論である。

#### 【0041】

また、上記した説明では、フォトマスク 52 の透光性膜 88 の光学的厚さ T を、CMP 処理後の絶縁膜 58a の系統的段差 S と同程度にしている。しかし、透光性膜 88 の光学的厚さ T は、系統的段差 S に限定されるものではない。例えば、説明に用いたフォトマスク 52 の焦点深度 DOF は、透光性膜 88 のない第 2 のマスクパターン 86 領域では約 250 nm であるが、透光性膜 88 が形成された第 1 のマスクパターン 84 領域では 330 nm と、約 30% 増加する。実効焦点深度 D も透光性膜 88 が形成された第 1 のマスクパターン 84 領域で 30% 増加し、約 30 nm から約 40 nm となる。したがって、透光性膜 88 の膜厚 t として、約 7 nm～60 nm の範囲であればよいことになる。

#### 【0042】

このように、実施の形態によれば、系統的段差が形成された被加工膜に対して適切なマスクパターンの転写ができ、パターン形成工程能力の向上や半導体装置の製造歩留まりの向上が可能となる。

#### 【0043】

(半導体装置の製造方法)

本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法では、図 22 に示すように、ロジックパターン領域 98 等の孤立パターン及び複数のメモリパターン領域 99a～99c 等の密集パターンが混載して設けられたパターン領域 100 を例として説明する。簡単のため、それぞれ一つの孤立パターン及び密集パターンを例示して説明するが、孤立パターン及び密集パターンがそれぞれ複数であってもよいことは勿論である。また、説明では、図 1 及び図 2 で示したフォトマスク 52 および露光装置を用いている。

#### 【0044】

(イ) 半導体基板 50 表面のロジックパターン領域 98 に、例えばシャロウトレンチアイソレーション技術等により、図 23 に示すように、SiO<sub>2</sub> 層等の分離領域 102a～

102dを形成する。その後、例えばコバルトシリサイド(CoSi<sub>2</sub>)、ニッケルシリサイド(NiSi<sub>2</sub>)あるいは高融点金属等をスパッタ法等で堆積する。リソグラフィ技術等を用いて、分離領域102b、102cの間の半導体基板50上に図示しないゲート絶縁膜を介してゲート104a、及び分離領域102d上にゲート配線104bが設けられた孤立パターン104を形成する。同時に、半導体基板50上に第1のメモリ配線106a~106hが設けられた密集パターン106を、例えば図22に示したメモリパターン領域99cに形成する。更に、イオン注入技術等を用いて、高濃度に不純物が添加された拡散領域であるソース/ドレイン領域103a、103bを、分離領域102b、102c及びゲート104aの間にそれぞれ形成する。

#### 【0045】

(ロ) 孤立パターン104及び密集パターン106が形成された半導体基板50表面に、図24に示すように、例えばBPSG等の絶縁膜108をCVD法等により堆積する。絶縁膜108の堆積厚さは、孤立パターン104の領域では、600nmである。しかし、密集パターン106の領域では、密集パターン106のパターン密度に応じて絶縁膜108が孤立パターン104の領域より厚く堆積する。その結果、孤立パターン104及び密集パターン106の領域間に、例えば100nm以上の系統的段差Stが生じる。

#### 【0046】

(ハ) 密集パターン106領域で高パターン密度により厚く堆積した絶縁膜108を平坦化するため、CMPを用いて絶縁膜108を表面から約200nm研磨する。その結果、図25に示すように、絶縁膜108aが平坦化され、孤立パターン104及び密集パターン106の領域間の系統的段差Sが減少する。平坦化で形成された系統的段差Sは、例えば50nmである。

#### 【0047】

(ニ) 被加工膜である絶縁膜108aの表面にフォトレジストを回転塗布する。その後、半導体基板50及び、図1のフォトマスク52と同様に、式(4)の条件を満たす光学的膜厚Tの透光性膜を孤立パターン104領域に投影するマスクパターン領域に設けたスルーホール用フォトマスクを露光装置に装着する。リソグラフィ技術により、図26に示すように、孤立パターン104領域に第1の開口部114a~114dを有する第1のフォトレジスト開口パターン114、及び密集パターン106領域に第2の開口部116a~116hを有する第2のフォトレジスト開口パターン116を形成する。透光性膜の光学的膜厚Tは、約50nmと系統的段差Sと同程度であるため、第1及び第2のフォトレジスト開口パターン114、116は、所望の形状に形成される。第1の開口部114a~114dの位置は、それぞれゲート104a、ゲート配線104b、ソース/ドレイン領域103a、103bに対応している。また、第2の開口部116a~116hの位置は、それぞれ第1のメモリ配線106a~106hに対応している。

#### 【0048】

(ホ) 次に、フォトレジスト膜110をマスクとして、第1及び第2のフォトレジスト開口パターン114、116下の絶縁膜108aに、RIE技術等を用いてスルーホールを形成し、図27に示すように、ゲート104a、ゲート配線104b、ソース/ドレイン領域103a、103bに接続された第1のプラグ118a~118d、及び第1のメモリ配線106a~106hに接続された第2のプラグ119a~119hを、例えばリフロースパッタ法等によるCuあるいはAl等の金属で埋め込む。第1及び第2のプラグ118a~118d、119a~119hが埋め込まれた絶縁膜108a上に、スパッタ法等により、CuあるいはAl等の被加工膜120を堆積する。その結果、新たに系統的段差Ssが、孤立パターン104及び密集パターン106の領域間に形成される。堆積した被加工膜120の表面にフォトレジストを回転塗布した半導体基板50、及び系統的段差Ssに対応する光学的膜厚Tの透光性膜を孤立パターン104領域に投影するマスクパターン領域に設けた配線用フォトマスクを露光装置に装着する。リソグラフィ技術により、第1のフォトレジストマスク124a~124dを有する第1のフォトレジストパターン124、及び第2のフォトレジストパターン126を形成する。第1のフォトレジスト

マスク 124 a ~ 124 d は、それぞれ第 1 のプラグ 118 a ~ 118 d の位置に対応する位置に形成される。第 2 のフォトレジストパターン 126 は、例えば、DRAM のビットラインに対応したストライプ状であり、第 2 のプラグ 119 a ~ 119 h 全体を覆うように形成されている。

#### 【0049】

(ヘ) 第 1 及び第 2 のフォトレジストパターン 124、126 をマスクとして RIE 技術等により被加工膜 120 を選択的に除去し、図 28 に示すように、第 1 のプラグ 118 a ~ 118 d に接続された素子配線 134 a ~ 134 d を有する上部配線 134、及び第 2 のプラグ 119 a ~ 119 h に接続された第 2 のメモリ配線 136 を形成する。

#### 【0050】

このように、実施の形態によれば、系統的段差が形成された被加工膜に対して適切なマスクパターンの転写ができ、パターン形成工程能力が向上し、半導体装置の製造歩留まりの向上が可能となる。

#### 【0051】

(その他の実施の形態)

上記のように、本発明の実施の形態を記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者にはさまざまな代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

#### 【0052】

本発明の実施の形態においては、密集パターン領域が一つの場合について説明したが、パターン密度の異なる複数の密集パターン領域でもよいのは勿論である。例えば、図 29 に示すように、第 1 の配線 54 a、54 b を有する孤立パターン 54 に対して、第 2 の配線 55 a ~ 55 f を有する第 1 の密集パターン 55 と、第 3 の配線 57 a ~ 57 d を有する第 2 の密集パターン 57 が設けられているとする。ここで、第 2 の密集パターン 57 に比べ、第 1 の密集パターン 55 のほうがパターン密度が高いとする。孤立パターン 54 と第 1 及び第 2 の密集パターン 55、57 との間にそれぞれ形成される系統的段差  $S_a$ 、 $S_b$  は、第 1 及び第 2 の密集パターン 55、57 のパターン密度に応じた段差となる。系統的段差  $S_a$  と  $S_b$  の差が大きく、例えば、図 1 に示したフォトマスク 52 の透光性膜 88 の光学的膜厚  $T$  あるいは実効焦点深度  $D$  では適切なパターンの転写ができない場合も生じる。このような場合は、図 30 に示すようなフォトマスク 52 c を用いる。フォトマスク 52 c は、孤立パターン 54 上に投影される第 1 のマスク部 144 a、144 b を有する第 1 のマスクパターン 144 と、第 1 の密集パターン 55 上に投影される第 2 のマスク部 145 a ~ 145 c を有する第 2 のマスクパターン 145 と、第 2 の密集パターン 57 上に投影される第 3 のマスク部 147 a ~ 147 c を有する第 3 のマスクパターン 147 を備えている。フォトマスク 52 c では、屈折率が  $n_A$  の第 1 の透光性膜 88 d を膜厚  $t_A$  として、第 1 及び第 3 のマスクパターン 144、147 の領域に形成する。更に、屈折率が  $n_B$  の第 2 の透光性膜 88 e を膜厚  $t_B$  として、第 1 のマスクパターン 144 上に形成する。第 1 の透光性膜 88 d の光学的膜厚  $T_A = n_A * t_A$  を、孤立パターン 54 に対する第 1 及び第 2 の密集パターン 55、57 の系統的段差  $S_a$  及び  $S_b$  の差 ( $S_a - S_b$ ) と同程度とする。また、第 2 の透光性膜 88 e の光学的膜厚  $T_B = n_B * t_B$  を、孤立パターン 54 と第 2 の密集パターン 57 との系統的段差  $S_b$  と同程度とする。即ち、第 1 のマスクパターン 144 上の第 1 及び第 2 の透光性膜 88 d、88 e による複合膜の光学的膜厚 ( $T_A + T_B$ ) は、孤立パターン 54 及び第 1 の密集パターン 55 間の系統的段差  $S_a$  と同程度となる。したがって、フォトマスク 52 c を用いて、第 2 のマスクパターン 145 を第 1 の密集パターン 55 上に形成された被加工膜の表面に焦点合わせすれば、第 1 及び第 3 のマスクパターン 144、147 は、孤立パターン 54 及び第 2 の密集パターン 57 上に形成された被加工膜の表面に焦点ぼけを起すことなく投影される。

#### 【0053】

また、第 1 及び第 2 の透光性膜 88 d、88 e による複合膜の光学的膜厚 ( $T_A + T_B$ ) は、系統的段差  $S_a$  と同程度でなくてもよい。系統的段差  $S_a$  が、投影される第 1 のマス

クパターン 144 の実効焦点深度 D の範囲内であれば、孤立パターン領域の被加工膜表面に第 1 のマスクパターン 144 の転写が可能となる。具体的には式 (4) に対応して、

$$|(T_A + T_B) - S_a| \leq D \quad \cdots (5)$$

であればよい。

#### 【0054】

更に密集パターン領域が、3 領域以上ある場合でも、同様に、各密集パターンのパターン密度に応じて発生する系統的段差と同程度の光学的膜厚の透光性膜を用いればよい。また、複数の系統的段差が、式 (4) あるいは式 (5) の条件を満たす範囲の場合は、同じ光学的膜厚の透光性膜を用いることができる。

#### 【0055】

このように、本発明はここでは記載していないさまざまな実施の形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係わる発明特定事項によってのみ定められるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0056】

【図 1】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの概略断面図である。

【図 2】 本発明の実施の形態の説明に用いる露光装置の構成図である。

【図 3】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の一例を示す断面工程図 (その 1) である。

【図 4】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の一例を示す断面工程図 (その 2) である。

【図 5】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の一例を示す断面工程図 (その 3) である。

【図 6】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の一例を示す断面工程図 (その 4) である。

【図 7】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の一例を示す断面工程図 (その 5) である。

【図 8】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の一例を示す断面工程図 (その 6) である。

【図 9】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の一例を示す断面工程図 (その 7) である。

【図 10】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの一例を示す平面概略図である。

【図 11】 図 10 に示したフォトマスクの AA 断面を示す図である。

【図 12】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の他の例を示す断面工程図 (その 1) である。

【図 13】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の他の例を示す断面工程図 (その 2) である。

【図 14】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の他の例を示す断面工程図 (その 3) である。

【図 15】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の更に他の例を示す断面工程図 (その 1) である。

【図 16】 本発明の実施の形態に係るフォトマスクの作製工程の更に他の例を示す断面工程図 (その 2) である。

【図 17】 本発明の実施の形態に係るパターン形成方法の一例を示す断面工程図 (その 1) である。

【図 18】 本発明の実施の形態に係るパターン形成方法の一例を示す断面工程図 (その 2) である。

【図 19】 本発明の実施の形態に係るパターン形成方法の一例を示す断面工程図 (その 3) である。

【図 20】 本発明の実施の形態に係るパターン形成方法の一例を示す断面工程図 (そ

の 4) である。

【図 2 1】本発明の実施の形態に係るパターン形成方法の一例を示す断面工程図 (その 5) である。

【図 2 2】本発明の実施の形態の説明に用いるロジックパターン及びメモリパターン領域を混載したパターン領域のレイアウトの一例を示す図である。

【図 2 3】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面工程図 (その 1) である。

【図 2 4】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面工程図 (その 2) である。

【図 2 5】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面工程図 (その 3) である。

【図 2 6】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面工程図 (その 4) である。

【図 2 7】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面工程図 (その 5) である。

【図 2 8】本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面工程図 (その 6) である。

【図 2 9】本発明のその他の実施の形態に係る半導体装置の概略断面図である。

【図 3 0】本発明のその他の実施の形態に係るフォトマスクの概略断面図である。

【符号の説明】

【0057】

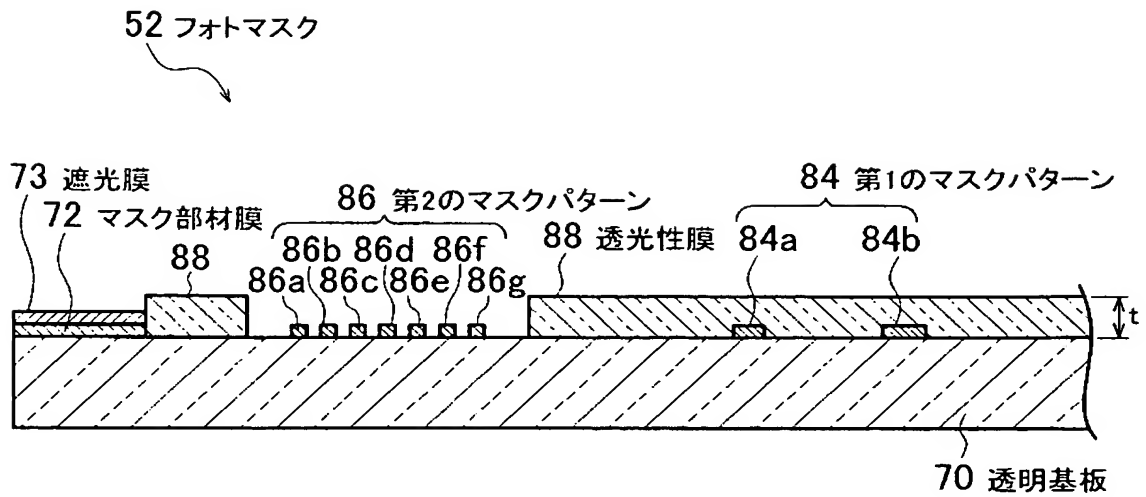
- 30 光源
- 31 フライアイレンズ
- 32 開口絞り
- 33 ミラー
- 34 コンデンサレンズ
- 35 照明光学系
- 36 投影光学系
- 38 マスクステージ
- 39 基板ステージ
- 40 主制御系
- 41 マスクステージ駆動系
- 42 基板ステージ駆動系
- 50 半導体基板
- 52、52a～52c フォトマスク
- 54 孤立パターン
- 54a～54c 第1の配線
- 55 第1の密集パターン
- 55a～55f、56a～56h 第2の配線
- 56 密集パターン
- 57 第2の密集パターン
- 57a～57d 第3の配線
- 58、58a、58b、108、108a 絶縁膜
- 62、110 フォトレジスト膜
- 64、124 第1のフォトレジストパターン
- 64a、64b、124a～124d 第1のフォトレジストマスク
- 66、126 第2のフォトレジストパターン
- 66a～66g 第2のフォトレジストマスク
- 70 透明基板
- 72 マスク部材膜



73 遮光膜  
74 第1のEBレジストパターン  
74 a、74 b 第1のEBレジストマスク  
76 第2のEBレジストパターン  
76 a～76 g 第2のEBレジストマスク  
77、82、90 EBレジスト膜  
78 a、78 b 第1の遮光部  
79 第1の積層パターン  
80 a～80 g 第2の遮光膜  
81 第2の積層パターン  
84、144 第1のマスクパターン  
84 a、84 b、144 a、144 b 第1のマスク部  
86、145 第2のマスクパターン  
86 a～86 g、145 a～145 c 第2のマスク部  
88、88 a～88 c 透光性膜  
88 b、88 d 第1の透光性膜  
88 c、88 e 第2の透光性膜  
91 マスクパターン領域  
92 アライメントマーク  
94 ペリクル  
96 ペリクルフレーム  
98 ロジックパターン領域  
99 a～99 c メモリパターン領域  
100 パターン領域  
102 a～102 d 分離領域  
103 a、103 b ソース／ドレイン領域  
104 孤立パターン  
104 a ゲート  
104 b ゲート配線  
106 密集パターン  
106 a～106 h 第1のメモリ配線  
114 第1のフォトレジスト開口パターン  
114 a～114 d 第1の開口部  
116 第2のフォトレジスト開口パターン  
116 a～116 h 第2の開口部  
118 a～118 d 第1のプラグ  
119 a～119 h 第2のプラグ  
120 被加工膜  
134 上部配線  
134 a～134 d 素子配線  
136 第2のメモリ配線  
147 第3のマスクパターン  
147 a～147 c 第3のマスク部

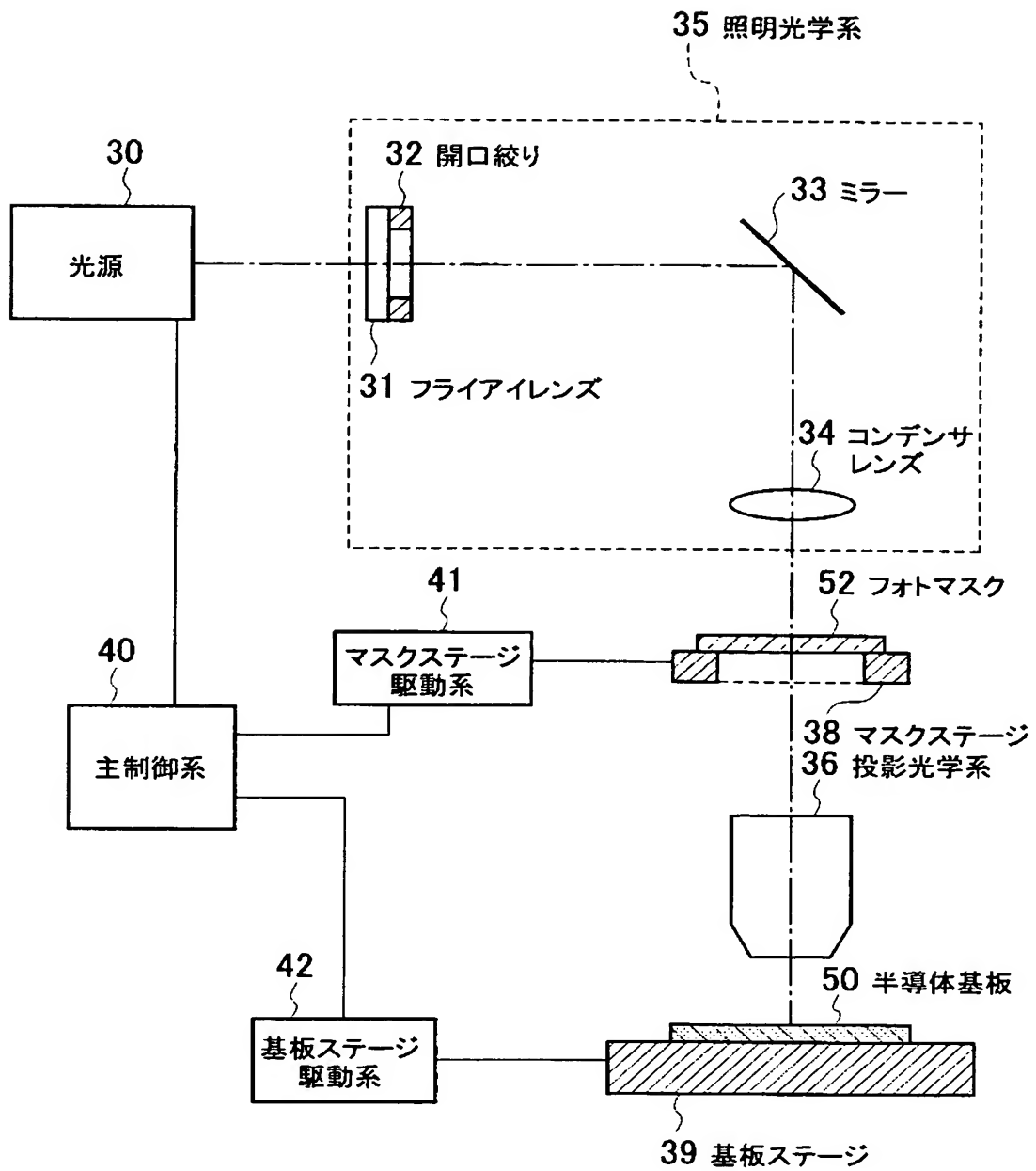
【書類名】 図面

【図 1】

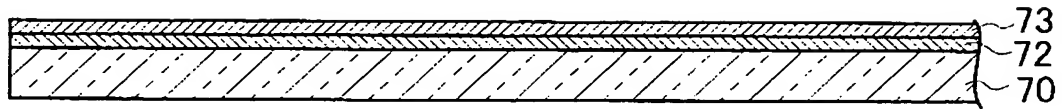


84a, 84b : 第1のマスク部  
86a～86g : 第2のマスク部

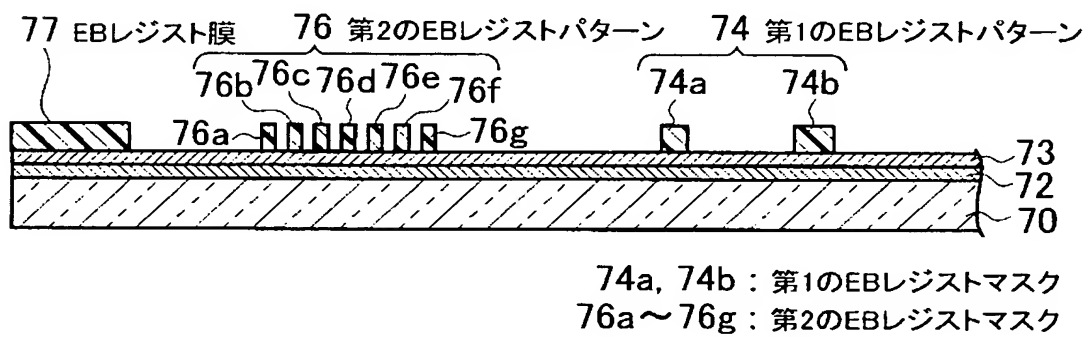
【図 2】



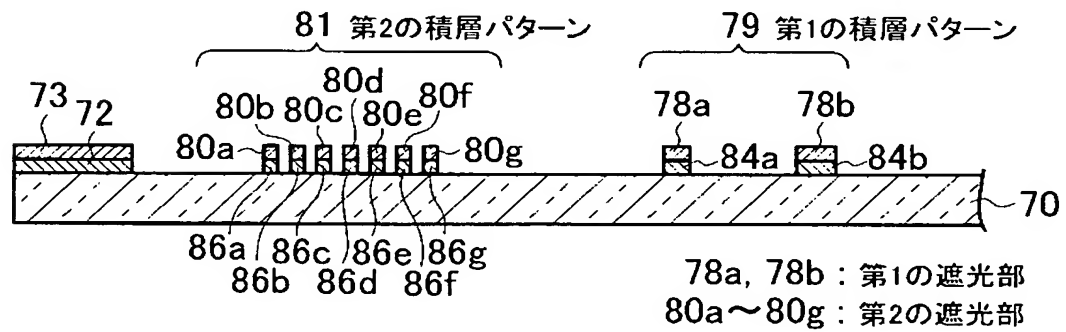
【図 3】



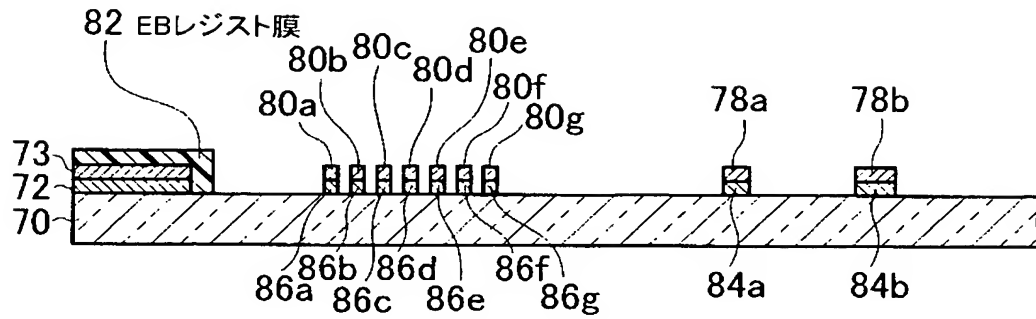
【図 4】



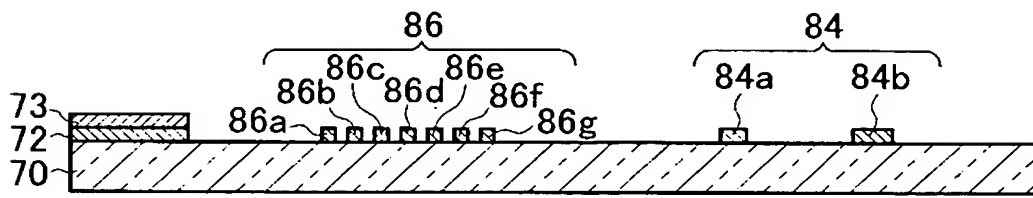
【図 5】



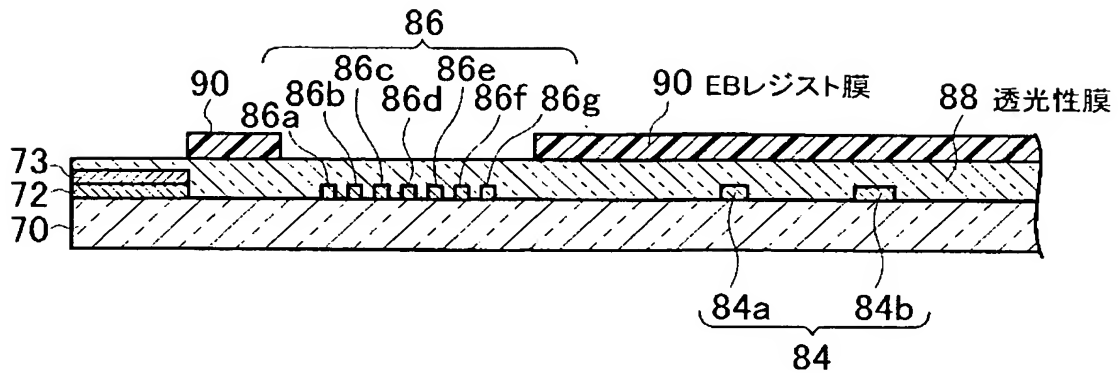
【図 6】



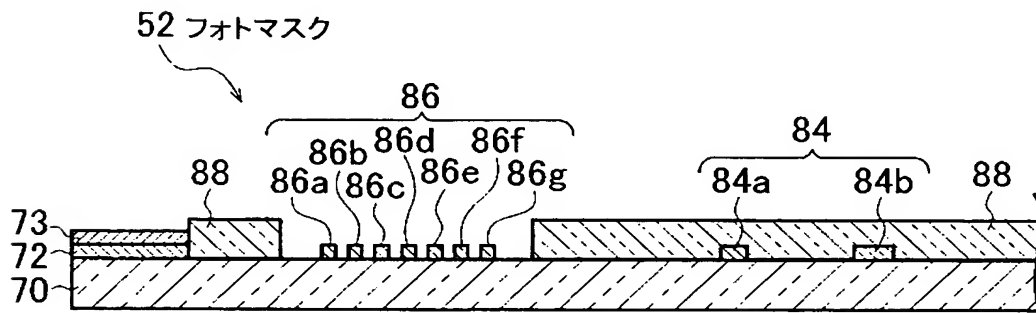
【図 7】



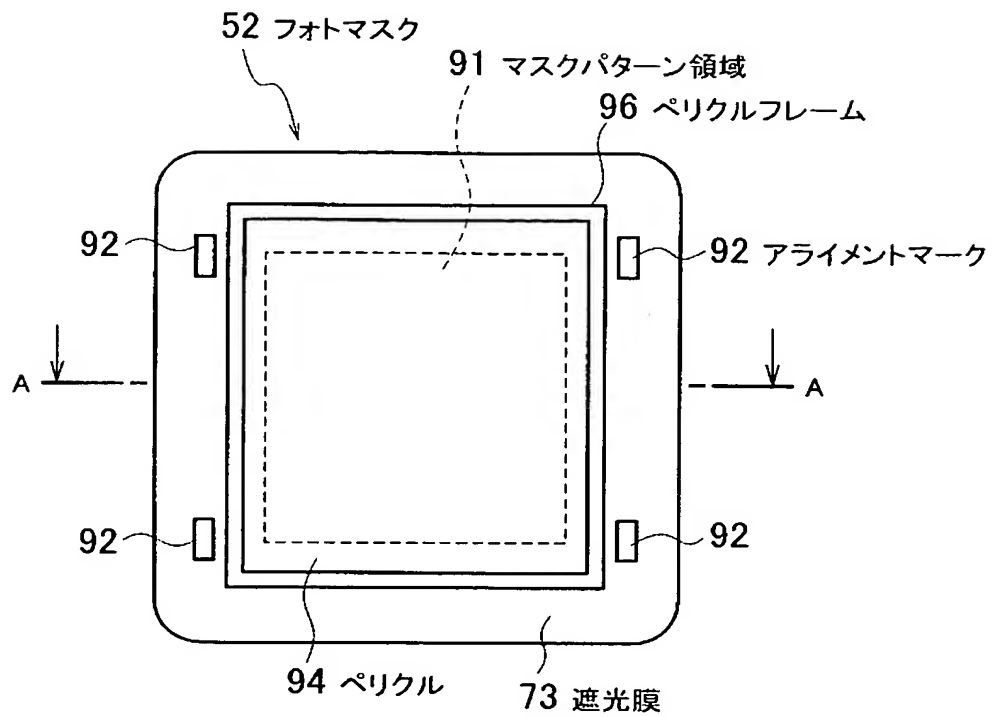
【図 8】



【図 9】

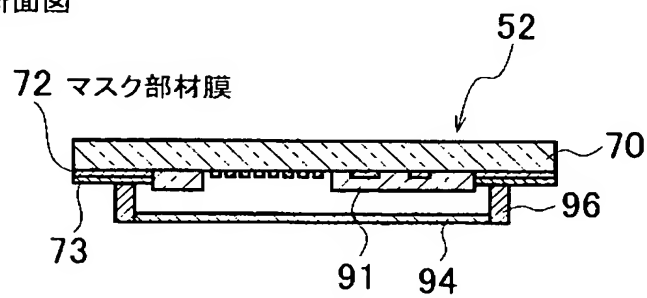


【図 10】

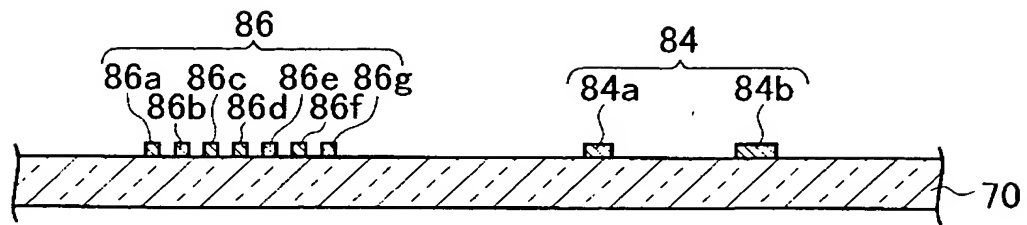


【図 11】

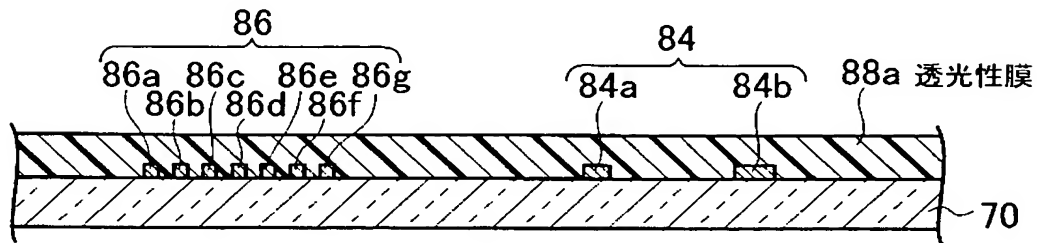
A-A 断面図



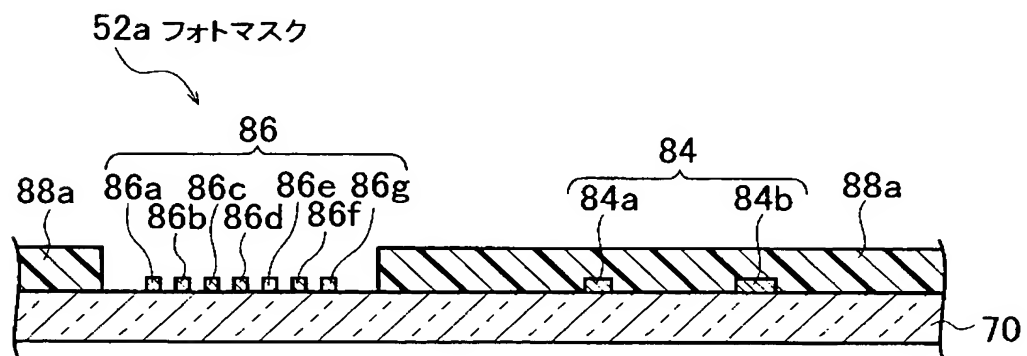
【図 12】



【図 13】

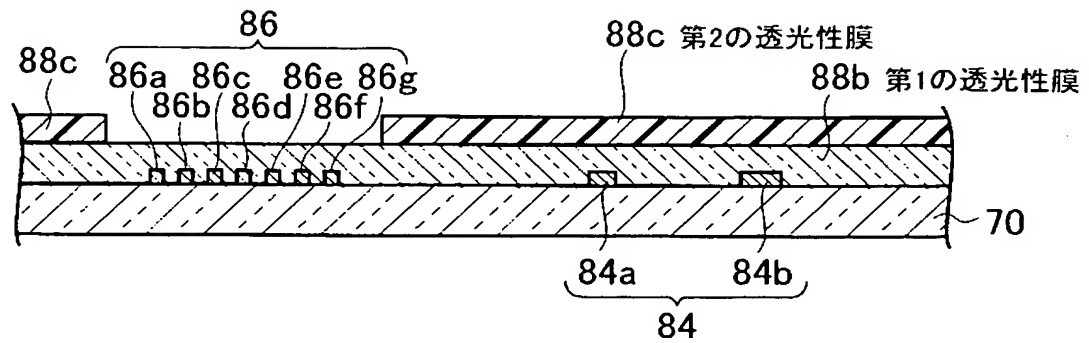


【図 14】

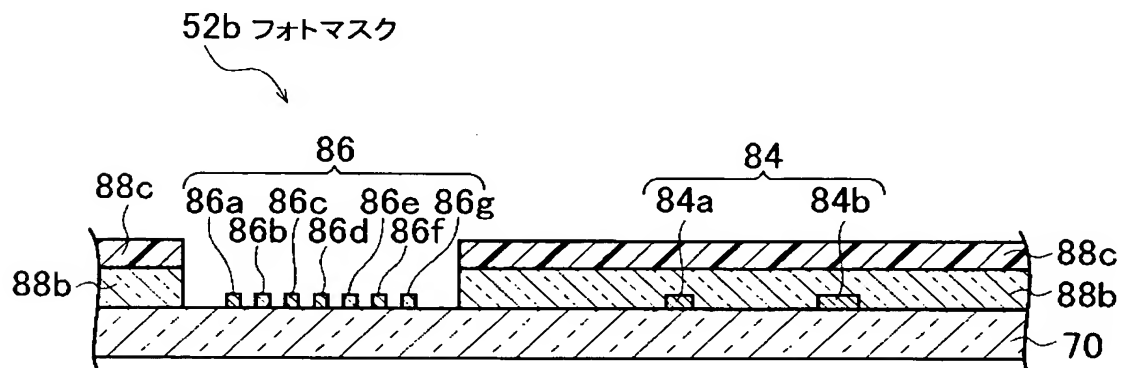




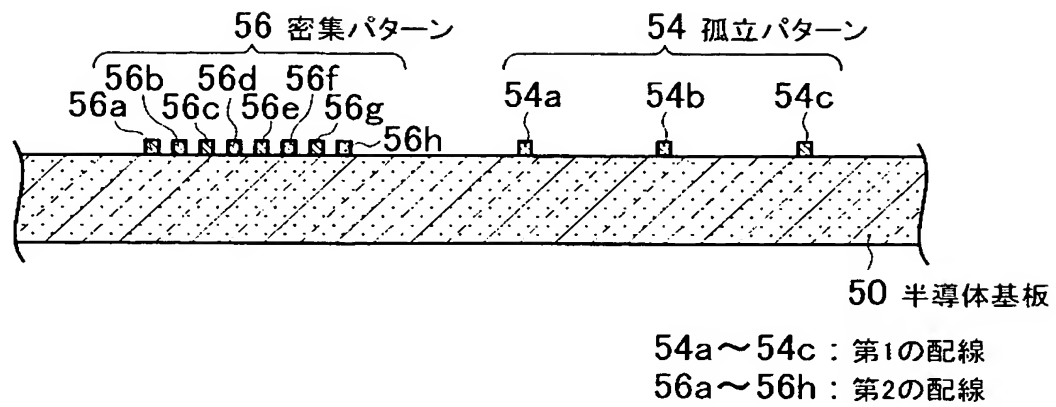
【図 15】



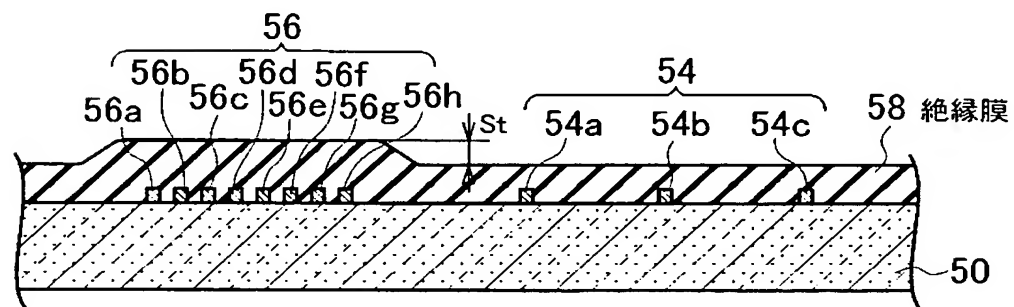
【図 16】



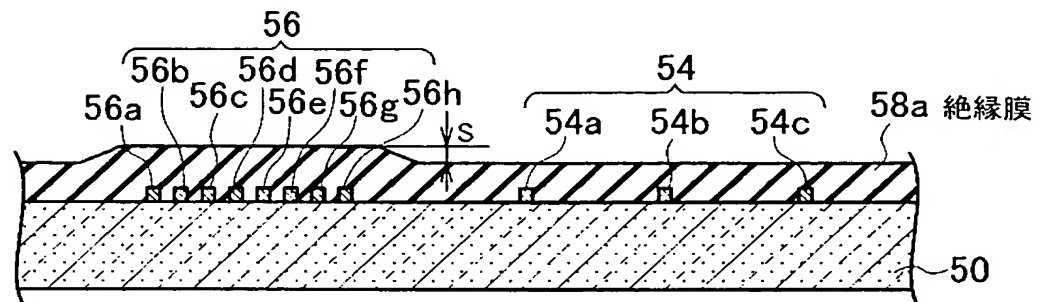
【図 17】



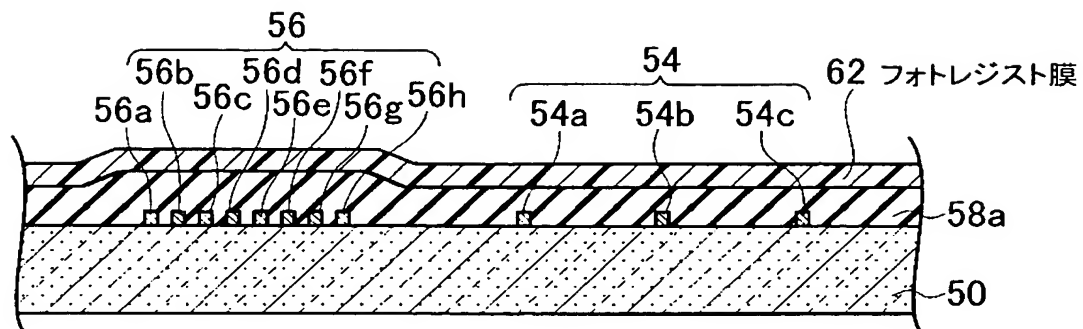
【図 18】



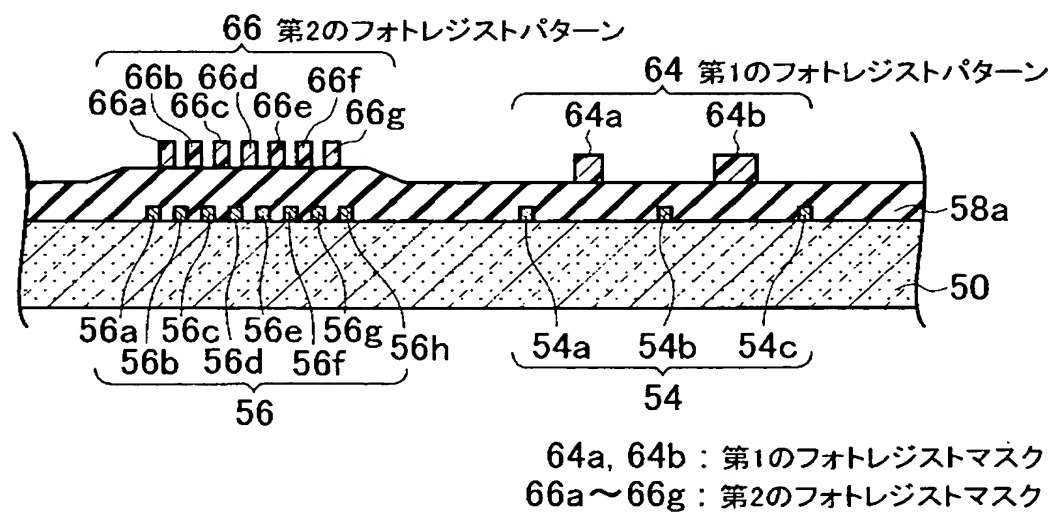
【図 19】



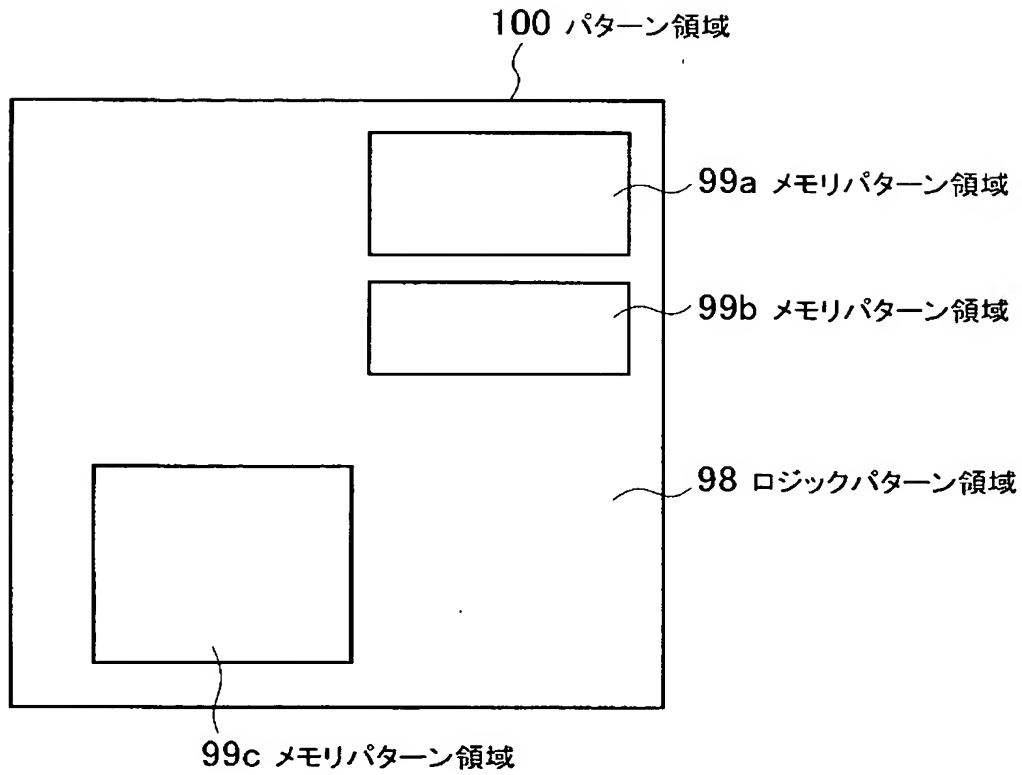
【図 20】



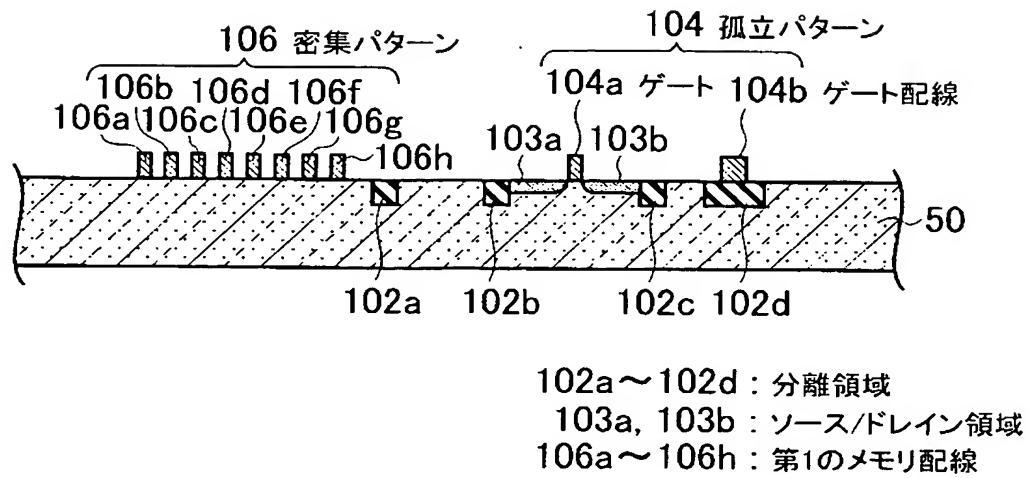
【図 21】



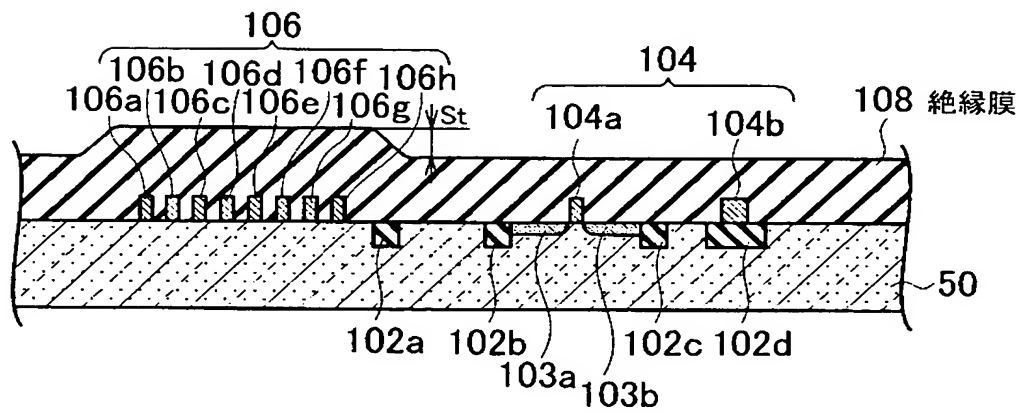
【図 22】



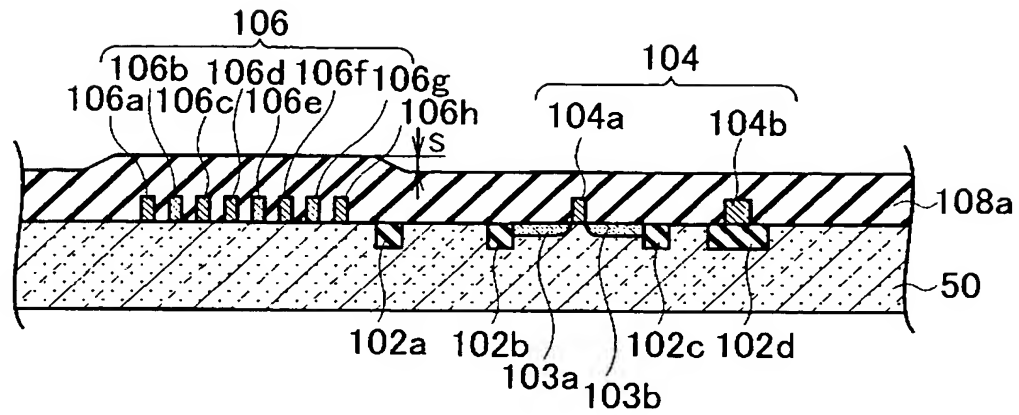
【図 23】



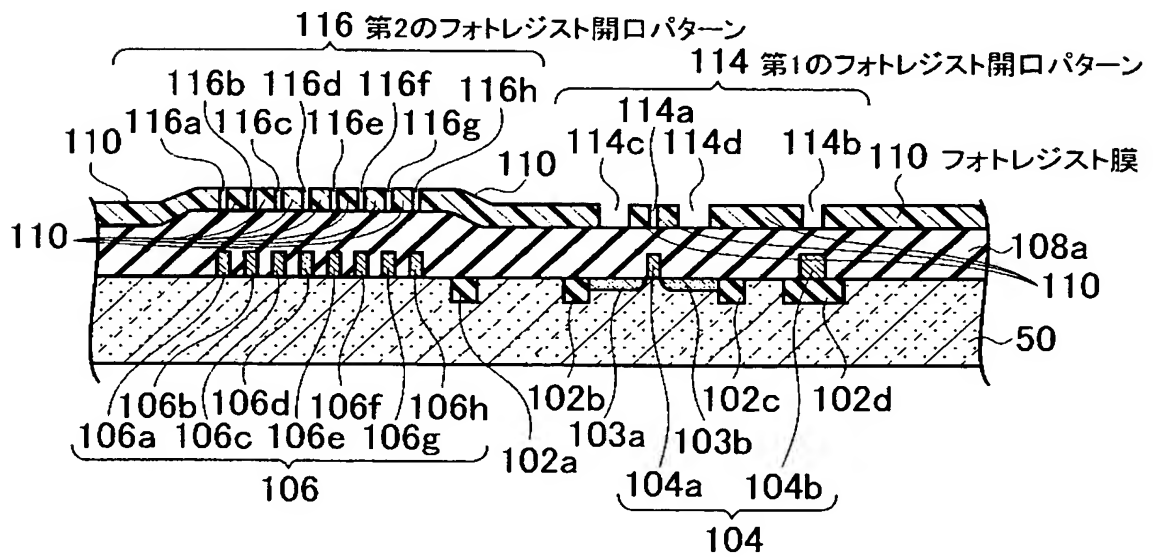
【図 24】



【図 25】

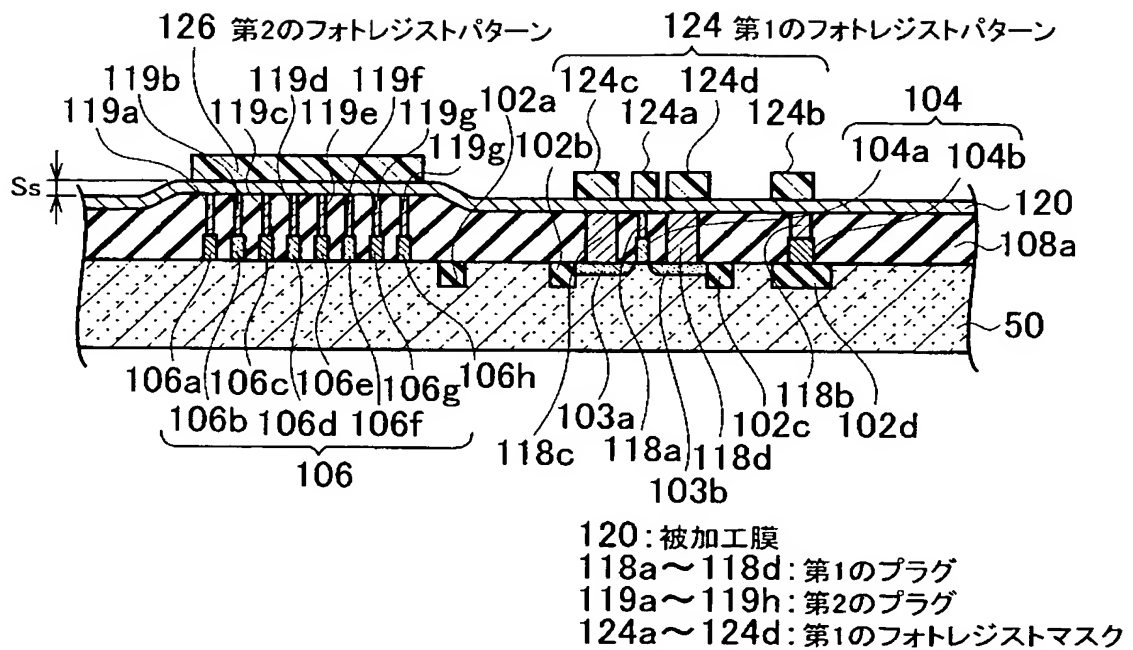


【図 26】

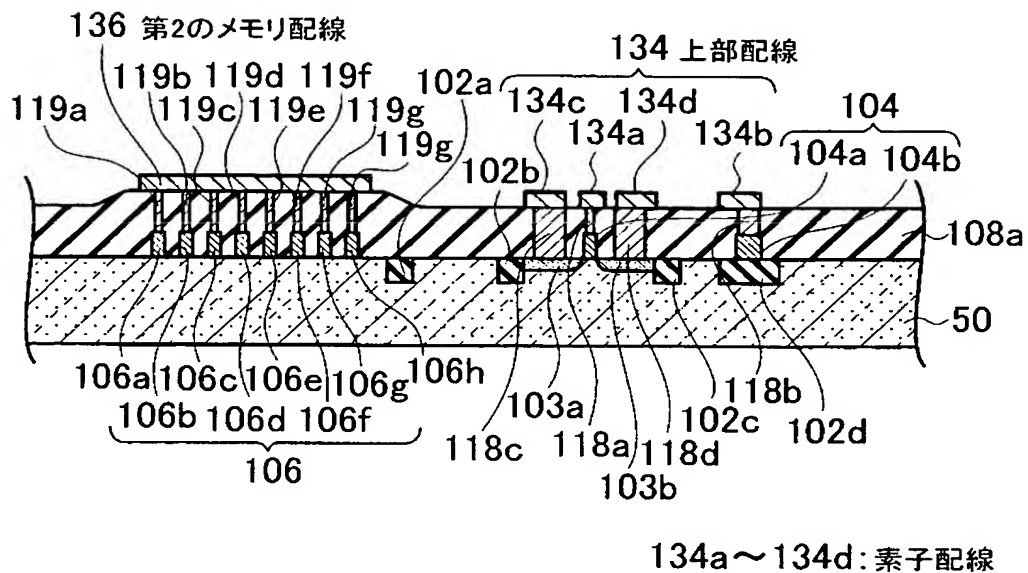


114a～114d: 第1の開口部  
116a～116h: 第2の開口部

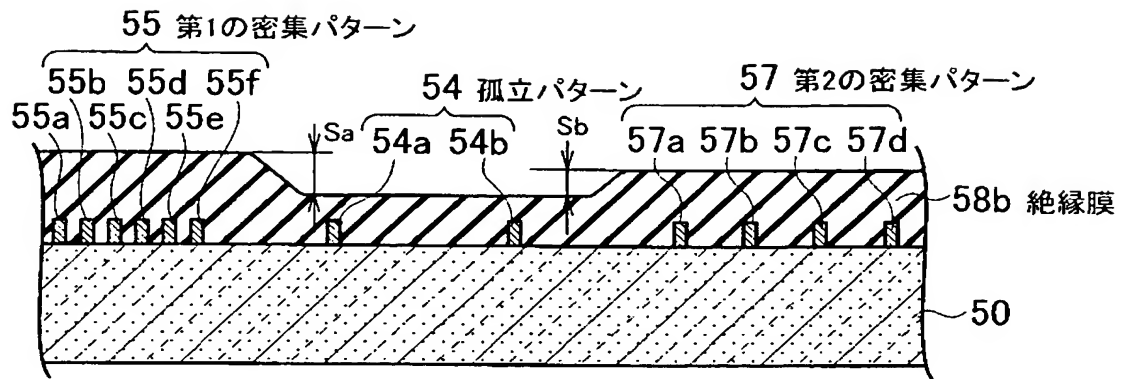
【圖 27】



【図 28】

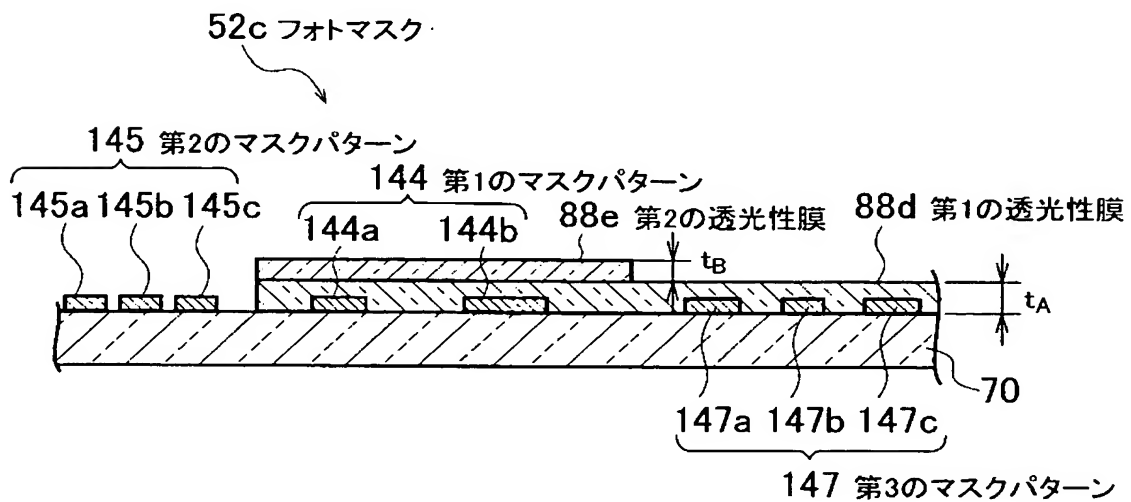


【図 29】



54a, 54b : 第1の配線  
 55a～55f : 第2の配線  
 57a～57d : 第3の配線

【図 30】



144a, 144b : 第1のマスク部  
 145a～145c : 第2のマスク部  
 147a～147c : 第3のマスク部



【書類名】要約書

【要約】

【課題】系統的段差が形成された被加工膜に対して適切なマスクパターンの転写が可能なフォトマスクを提供する。

【解決手段】 透明基板 7 0 と、透明基板 7 0 上の一部の領域に配置された第 1 のマスクパターン 8 4 と、透明基板 7 0 上の、一部の領域と異なる領域に配置された第 2 のマスクパターン 8 6 と、第 1 のマスクパターン 8 4 上に設けられ、第 2 のマスクパターン 8 6 より第 1 のマスクパターン 8 4 の焦点位置を深くする光学的膜厚を有する透光性膜 8 8 とを備える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 8 9 0 0 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

- |          |                     |
|----------|---------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 2 2 日 |
| [変更理由]   | 新規登録                |
| 住 所      | 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地 |
| 氏 名      | 株式会社東芝              |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 1 年 7 月 2 日   |
| [変更理由]   | 住所変更                |
| 住 所      | 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号  |
| 氏 名      | 株式会社東芝              |